

# SUIS-JE AU POINT ?

## Chapitre 3 : Lentilles minces sphériques



Une notion à bien comprendre, un point à retenir.



Une définition/formule à connaître PAR CŒUR.



Un savoir-faire à acquérir.

TD

Un exercice du TD pour s'entraîner.

### 1 Lentilles minces sphériques

#### 1.1 Lentille sphérique



Définir une lentille sphérique. Connaître les différents types de lentilles convergentes et divergentes.

#### 1.2 Centre optique



Définir le centre optique d'une lentille.

#### 1.3 Lentilles minces



Une lentille est mince si son épaisseur est suffisamment faible (critère exact pas à savoir) pour que, dans les conditions de Gauss, on puisse faire l'approximation que chaque point de la lentille est **son propre conjugué** par la lentille. On représente schématiquement la lentille par un objet transverse, dont le centre se trouve sur l'axe optique.

#### 1.4 Foyers principaux



Définir les foyers principaux d'un système optique.



Représenter, à l'aide d'une construction géométrique, la position des foyers principaux d'une lentille CV, puis DV. Préciser dans chaque cas si ces foyers sont réels ou virtuels. Justifier que les deux foyers principaux sont symétriques l'un de l'autre par rapport au centre optique.

TD

Foyers principaux d'un système optique : exercice 7.

#### 1.5 Distance focale, vergence



Définir la distance focale et la vergence d'un système optique. Connaître l'unité SI de vergence (*dioptrie* : symbole  $\delta$ ). Connaître le signe de  $f'$  pour une lentille CV/DV.

#### 1.6 Plans focaux



Définir les plans focaux d'un système optique centré. Les représenter sur un schéma pour une lentille CV/DV.

#### 1.7 Foyers secondaires



Définir les foyers secondaires d'un système optique.

### 2 Constructions géométriques

TD

Constructions : exercices 1,2,7,8.

## 2.1 Construire l'image d'un objet transverse à distance finie

 Faire une construction dans des cas divers (objet réel, virtuel, lentille CV/DV).

 Quand l'objet est virtuel, il faut choisir les rayons incidents de manière à ce que **leur prolongement** se coupent au niveau du point objet.

 Quand la lentille est DV, le foyer principal image se trouve **avant** la lentille et le foyer principal objet **derrière**.

 Une fois que deux rayons émergents ont été tracés, l'image se trouve à leur intersection (image réelle) ou à l'intersection de leur prolongement (image virtuelle). Si les deux rayons émergents sont parallèles entre eux, l'image est à l'infini.

 Si l'objet est à l'infini, l'image se trouve dans le plan focal image.

 Si l'objet est dans le plan focal objet, l'image se trouve à l'infini.

## 2.2 Construire l'image d'une source étendue à l'infini

 Faire une construction dans le cas d'une lentille CV/DV.

 L'image se trouve nécessairement dans le plan focal image. Un seul rayon incident est nécessaire pour effectuer la construction.

 Relier la taille de l'image à la taille angulaire de l'objet.

## 2.3 Construire un rayon émergent issu d'un rayon incident quelconque

 Faire une construction dans des cas divers (lentille CV/DV).

## 2.4 Construire l'image d'un point de l'axe optique

 Faire une construction dans des cas divers (objet réel, virtuel, lentille CV/DV).

# 3 Relations de conjugaison et grandissement

## 3.1 Grandissement

 Définir le grandissement d'un système optique pour un objet transverse donné. Relier la valeur et le signe de  $\gamma$  à la nature de l'image (agrandie, rétrécie, droite, renversée).

 Il existe différentes relations de grandissement pour les lentilles minces, faisant intervenir le centre optique ou les foyers principaux. Elles sont équivalentes les unes aux autres. Le choix de l'une plutôt qu'une autre repose généralement sur le critère de la simplicité des calculs. Vous apprendrez au fil des exercices à reconnaître les situations où un choix est plus approprié qu'un autre.

TD Mise en œuvre de relations de grandissement : exercices 1,8.

## 3.2 Relation de conjugaison

 Cette année, nous utiliserons deux relations de conjugaison pour les lentilles minces (relation de Descartes et relation de Newton). Elles sont équivalentes l'une à l'autre. Comme pour les relations de grandissement, le choix d'une relation de conjugaison plutôt que l'autre repose sur le critère de la simplicité des calculs.

TD Mise en œuvre de relations de conjugaison : exercices 1,3,4,5,7,8,10.

## 3.3 Association de lentilles accolées

 Démontrer que l'association de deux lentilles minces accolées est **équivalente à une lentille mince unique**. Connaître et établir l'expression de la vergence équivalente ( $V_{eq} = V_1 + V_2$ )

TD Lentilles accolées : exercice 4.

## 3.4 Condition de formation de l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente

 Démontrer qu'une lentille convergente de distance focale  $f'$  permet de former l'image réelle d'un objet réel à condition que la distance objet/écran  $D$  soit supérieure à  $4f'$ .

TD Image réelle d'un objet réel par une lentille convergente : exercice 6.

## 4 Applications

### 4.1 L'œil

#### 4.1.1 Propriétés

- ♥ Décrire le modèle simple associé à l'œil. (*diaphragme=pupille, lentille CV=cristallin, écran=rétine*)
- 💡 Pour changer de distance de mise au point, l'œil a la faculté de modifier sa vergence, par une déformation du cristallin. C'est le phénomène **d'accommodation**. Plus l'œil accomode et plus le plan de mise au point se rapproche. Une forte accommodation sur une longue durée peut provoquer de la fatigue voire une douleur chez l'individu.
- ♥ Donner la valeur du pouvoir séparateur de l'œil.

#### 4.1.2 Œil emmétrope (sans défaut)

- ♥ Définir le punctum proximum (PP) et le punctum remotum d'un œil. Les situer chez un individu emmétrope.

#### 4.1.3 Défauts de vision

- ♥ Énoncer les défauts de vision les plus courants (*myopie, hypermétropie, presbytie, astigmatisme*) et expliquer leur origine.
- ✍ En s'appuyant éventuellement sur un tracé de rayons, expliquer la conséquence sur la vision de chaque type de défaut, puis expliquer avec quel type de verres on peut le corriger.
- TD Œil myope : exercice 4.

### 4.2 L'appareil photographique

- ♥ Décrire les éléments d'un appareil photo (*diaphragme, lentilles, capteur*).
- ♥ Présenter le modèle simplifié de l'appareil photo (*une lentille convergente équivalente + un diaphragme de taille réglable + un capteur de taille fixe*). Définir la focale et le nombre d'ouverture. Expliquer ce que signifie faire la **mise au point** sur un sujet que l'on veut prendre en photo.
- ✍ Expliquer quel(s) paramètre(s) permet(tent) de contrôler l'exposition d'une prise de vue (*après avoir fixé la focale et l'ouverture, généralement selon des critères esthétiques, on contrôle l'exposition avec la durée d'exposition. On peut également augmenter artificiellement la luminosité d'une image à l'aide d'amplificateur électroniques, on dit alors qu'on augmente la sensibilité. Cela se fait au détriment de la qualité de l'image car on amplifie également le bruit électronique*).
- ✍ Définir le champ d'une prise de vue. Justifier à l'aide d'un schéma que celui-ci dépend principalement de la focale et de la taille du capteur. Expliquer comment le champ varie avec la focale (*le champ diminue à mesure que la focale augmente, ce qui revient à "zoomer" c'est-à-dire effectuer un cadrage plus serré du sujet*).
- ✍ Définir la profondeur de champ d'une prise de vue. Justifier à l'aide d'un schéma que celui-ci dépend principalement de l'ouverture de l'objectif. Expliquer comment la profondeur de champ varie avec l'ouverture (*la profondeur de champ diminue à mesure que le nombre d'ouverture diminue, c'est-à-dire que le diaphragme s'ouvre*).
- 💡 Dans une moindre mesure, la profondeur de champ dépend également de la focale (elle diminue à mesure que la focale augmente).

#### 4.3 Construire un système afocal : la lunette astronomique

- ♥ Définir un **système afocal**.
- ♥ Décrire les éléments d'une lunette astronomique (modèle à deux lentilles).
- ✍ Expliquer, en le justifiant, comment placer l'objectif et l'oculaire l'un par rapport à l'autre pour que la lunette soit afocale.
- ♥ Définir le **grossissement** d'une lunette astronomique.
- ✍ Construire l'image, par une lunette astronomique, d'un objet étendu à l'infini. L'image est-elle droite ou renversée ?
- ✍ Établir la relation entre le grossissement de la lunette et les distances focales de l'objectif et de l'oculaire.
- TD Système afocal : exercices 5,9.